



HAL
open science

STRUCTURE ELECTRONIQUE DE EuO ET EuS FERROMAGNETIQUES PAR LES SPECTRES DE THERMOREFLEXION (TR) DE THERMOTRANSMISSION (TT) ET D'ABSORPTION

C. Paparoditis, J. Gillon, N. Defranould, J. Richard

► **To cite this version:**

C. Paparoditis, J. Gillon, N. Defranould, J. Richard. STRUCTURE ELECTRONIQUE DE EuO ET EuS FERROMAGNETIQUES PAR LES SPECTRES DE THERMOREFLEXION (TR) DE THERMOTRANSMISSION (TT) ET D'ABSORPTION. Journal de Physique Colloques, 1980, 41 (C5), pp.C5-43-C5-45. 10.1051/jphyscol:1980508 . jpa-00219943

HAL Id: jpa-00219943

<https://hal.science/jpa-00219943>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

STRUCTURE ELECTRONIQUE DE EuO ET EuS FERROMAGNETIQUES PAR LES SPECTRES DE THERMOREFLEXION (TR) DE THERMOTRANSMISSION (TT) ET D'ABSORPTION.

C. Paparoditis, J.C. Gillon, N. Defranould, et J. Richard.

Laboratoire d'Electrooptique, L.A. 190 du C.N.R.S., Parc Valrose, Nice, France.

Résumé. - Les spectres d'absorption de EuO et EuS obtenus à différentes températures au-dessous du point de Curie présentent des points isosbestiques dans la première bande d'absorption. Un transfert de la force d'oscillateur entre deux systèmes uniques d'états électroniques figés, dépendant de la saturation magnétique, explique les principales modifications au sein de cette bande, au voisinage du pic. Les spectres de thermoréflexion (TR) et de thermotransmission (TT) sont cohérents avec cette interprétation. Les états électroniques ainsi considérés sont des états localisés. Par ailleurs, un signal solitaire observé par TR et TT, situé sur le front d'absorption, marque le déplacement d'une bande supposée S, séparée par le champ d'échange.

Abstract. - Absorption spectra of EuO and EuS obtained at different temperatures below Curie point, show isosbestic points in the first absorption band. A transfer of oscillator strength between two unique systems of rigid electronic states, dependent on magnetic saturation, explains the main modifications in the band near the peak. Thermoreflexion (TR) and thermotransmission (TT) spectra are coherent with such an interpretation. The electronic states thus revealed are localized states. Besides an isolated signal observed by TT and TR, situated at the absorption edge, follows the shift of an exchange-split band, assumed S-type.

1. **Introduction.** - La spectroscopie par modulation a permis d'obtenir dans les semiconducteurs magnétiques des résultats très importants, en s'appuyant sur la théorie des bandes. Dans les semiconducteurs magnétiques, du fait de la complexité des états électroniques et de l'interaction magnétique, l'interprétation est plus délicate. Malgré cela, d'importants résultats ont été obtenus. La modulation thermique à un faible niveau de puissance par ses effets sur l'ordre des spins et sur le champ d'échange est, à cet égard, une spectroscopie sélective de l'ordre des spins /1/.

Nous présentons dans ce travail les spectres TR et TT obtenus sur les deux composés EuO et EuS.

L'interprétation du point isosbestique familier aux physico-chimistes est directe et élémentaire. L'essentiel est dans son identification.

2. **Résultats expérimentaux.** - Des spectres de densité optique ont été obtenus entre 5 K et 300 K sur huit couches minces de EuO et EuS déposées sur différents substrats : les points d'intersection (Figs.1 et 2) sont les points isosbestiques/2/. Comme celle du maximum, la position du point varie avec la nature du substrat. Pour EuO, le premier

point est situé à 1,62 eV pour un substrat en CaF₂, 1,67 eV pour du pyrex, 1,72 eV pour de la silice fondue; le deuxième point autour de 2,5 eV. Pour EuS, le premier point est à 2,14 eV pour un substrat de CaF₂, et 2,21 eV pour la Silice fondue; le deuxième point autour de 2,8 - 2,9 eV. Un examen minutieux révèle un excellent recoupement pour le premier point, une légère dispersion pour le deuxième.

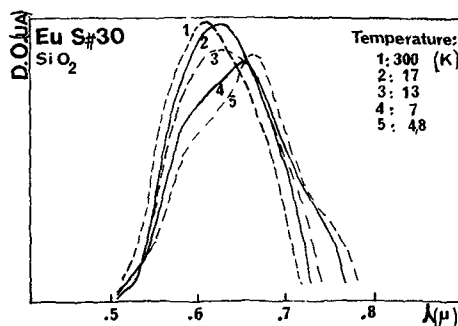


Fig. 1 Densité optique d'une couche mince de EuS sur silice fondue en fonction de la longueur d'onde à différentes températures.

Les spectres de densité optique, TR et TT de chaque composé ont été groupés sur les figures 3 et 4.

TT et TR ne varient sensiblement pas

en position spectrale, en fonction de la température. Seule l'amplitude varie. Elle reflète l'ordre des spins.

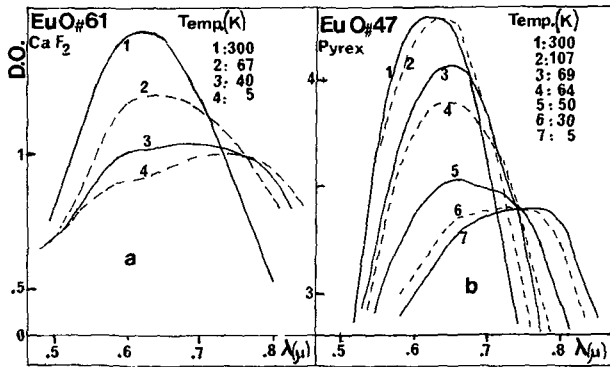


Fig. 2 Densité optique
 a) d'une couche mince de EuO sur fluorine en fonction de la longueur d'onde, à différentes températures
 b) d'une couche mince sur pyrex en fonction de la longueur d'onde à différentes températures.

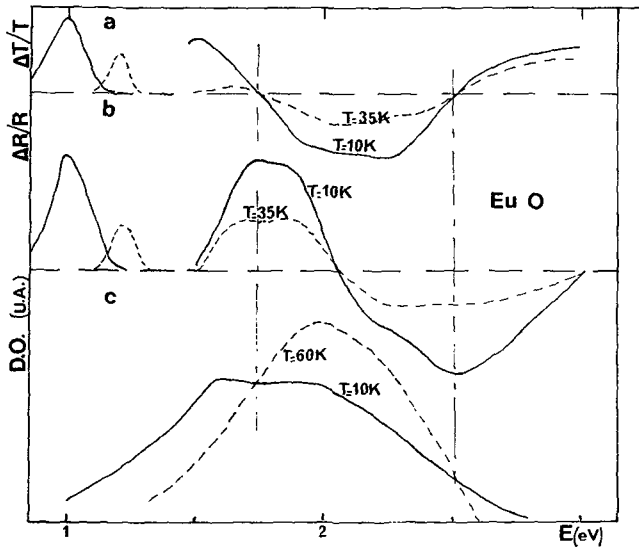


Fig. 3 EuO a) spectre TT à 10 K et 35 K
 b) spectre TR à 10 K et 35 K
 c) densité optique (ligne de base arbitraire) à 10 K et 60 K

Les spectres TT et TR confirment ainsi le caractère isosbestique des points de croisement. Le phénomène peut être traité dans le cadre physico-chimique du rapport variable avec la température de deux composants non associatives d'un mélange binaire.

Seul un état localisé intraatomique peut être envisagé.

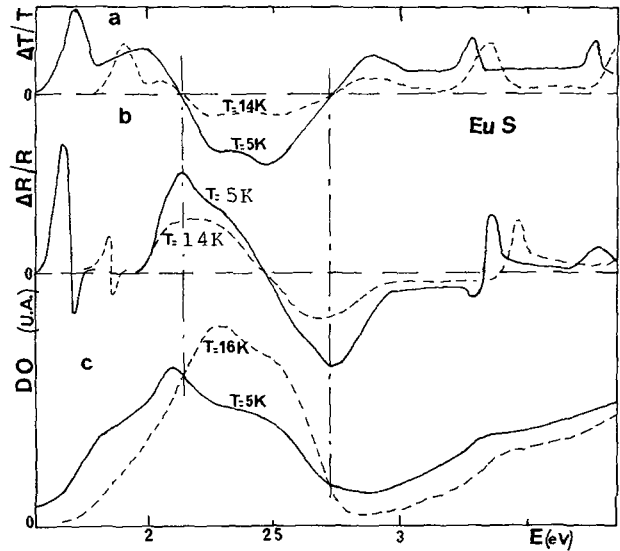


Fig. 4 EuS a) Spectre TT à 5 K et 14 K
 b) Spectre TR à 5 K et 14 K
 c) Densité optique à 5 K et 16 K

Le déplacement du pic d'absorption entre 300 K et 5 K :

a) entre 300 K et T_c pour EuO comme pour EuS, la bande se déplace d'une manière quasi-rigide ; le déplacement du pic est de 0,1 eV pour les deux composés

b) entre T_c et 5 K le déplacement est de : 0,25 - 0,30 eV pour EuO, 0,14 eV pour EuS. Le déplacement total est le même que celui du front d'absorption, soit pour EuO 0,35 - 0,40 eV ; pour EuS : 0,24 eV.

Spectres TT et TR du front d'absorption : dans les deux cas, un signal isolé (figs. 5 et 6) se déplace vers le rouge. Le déplacement en énergie et la variation en amplitude de ce signal ont été tracés (figs. 5 et 6) en fonction de T/T_c . Le déplacement est conforme aux mesures effectuées sur le massif /3/. L'amplitude dans les deux cas fait apparaître une divergence du signal au voisinage de $T/T_c = 1$. Vers $T/T_c \approx 0.7$ l'amplitude est minimum puis, plus bas en température, elle croît continument. L'application d'un champ magnétique a pour effet de déplacer la divergence vers des températures plus élevées. Cette divergence peut être attribuée aux fluctuations critiques des spins où à l'exis-

tence de microdomaines polarisés par l'électron d libre, stables au voisinage de T_c . Un comportement identique a été observé sur les signaux à 3,35 eV et à 3,8 eV accessibles en TT, dans EuS.

3. Conclusions. - Le point isosbestique est une réalité à l'intérieur de la première bande d'absorption pour les deux ferromagnétiques. La spectroscopie par modulation thermique donne des résultats très sûrs sur les propriétés optiques des chalcogénures ferromagnétiques de l'euprium. Nous avons obtenu les premiers spectres de thermotransmission. La disponibilité des spectres TT et TR permettra d'accéder plus facilement aux constantes optiques.

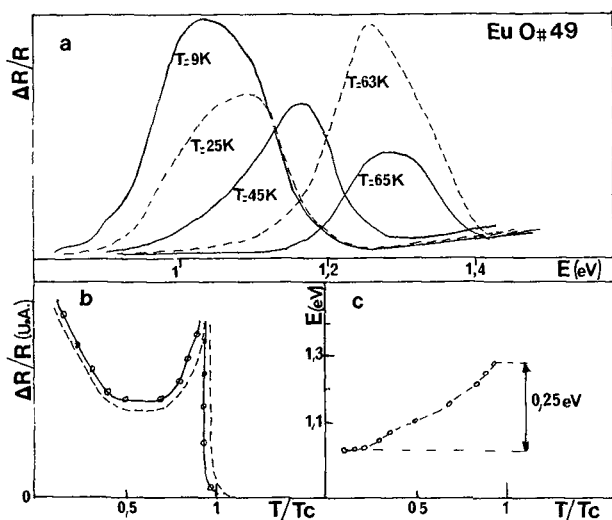


Fig. 5 EuO (signal isolé)

- Spectre TR en fonction de la température
- Variation de l'amplitude avec la température
- Déplacement spectral du pic majeur, en fonction de la température.

La première bande d'absorption pour EuO et EuS est due aux transitions intra-atomiques f-d localisées. Une bande continue probablement S se sépare sous l'action du champ d'échange et déborde la région précédente par la sous bande polarisée de faible énergie.

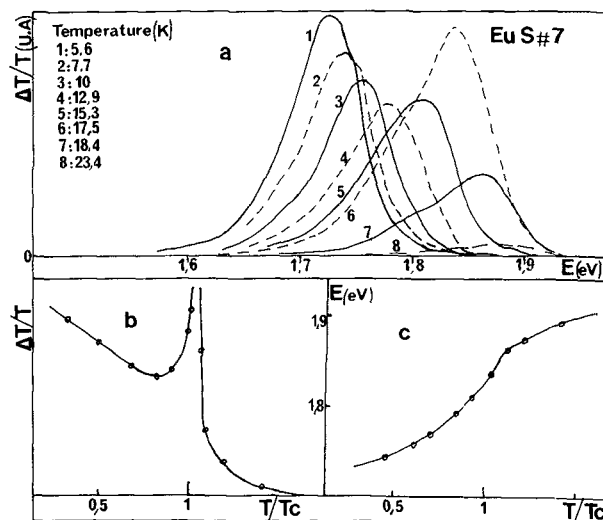


Fig. 6 EuS (signal isolé)

- Spectre TT en fonction de la température
- Variation de l'amplitude avec la température
- Déplacement du pic majeur en fonction de la température

Bibliographie

- Paparoditis, C., Gillon, J.C., Defrancoult N., Richard, J., ce colloque
- Brode, W.R., and Corning M.E. Physical methods in chemical analysis, (Ed. G. Berl, Vol. 1) second revised edition, (Academic Press, New-York) 1960.
- Wachter, P., Handbook on the physics and chemistry of rare-earths, Vol. 1, ch. 19 (Ed. K.A. Gschneidner)..